

생곡자원순환시설 배출 가스 중 악취물질 분포 특성연구 - 하수 슬러지 육상처리 및 RDF 시설 중심으로 -

이정규[†] · 송복주 · 정현철 · 윤나나 · 주광용 · 정유나 · 권동민
산업환경과

Study on Odor Material Characteristic in Emission Gas of Sangkok Resource Circulation Facilities

- Focused on The Sewage Sludge Drying and Refuse Derived Fuel(RDF) Plants -

Lee Jeong-kyu[†], Song Bok-ju, Jeong Hyun-chul, Yoon Na-na, Joo Kwang-yong, Jeong Yoo-na,
Kwon Dong-min
Industrial Environment Air Division

Abstract

The purpose of this study is to investigate odor material characteristic in emission gas of Sangkok resource circulation facilities. 22 odorous compounds regulated by domestic act are analyzed at site boundary and emission gas outlet of 3 facilities (sewage sludge drying plant, refuse derived fuel plant, vinyl waste cracking refinery oil production plant). As a result of study, odor contribution ratio of aldehydes is most high at outlet of investigation objects, next is organic acid. The variations of odor compound property are relatively low at the outlet of sewage sludge drying and RDF. At site boundary of investigation objects, organic acids most highly contribute odor compound July and september. November, odor contribution ratio of aldehydes is most high. As temperature drops, intensity of odor and complex odor are reduced during the experiment. The main reason is organic acids and ammonia concentration reduction. To resolve odor problem must removes organic acids or inhibits production of organic acids

Key Words : odor, intensity of odor, orgnic acids, complex odor, aldehydes

서 론

생곡 자원 순환 단지는 1994년 12월 1단계 쓰레기 매립장 조성공사를 시작으로 2001년 매립가스를 이용한 발전 시설, 2004년 음식물 쓰레기 자원화 시설이 설치되었다. 이후 생곡주민들의 일자리 창출 및 소득지원을 위해 폐비닐 유화시설과 자원재활용센터를 설치·운영하고 있다.

2013년 하수슬러지 처리를 위한 하수슬러지 육상 처리시설과 생활폐기물 처리를 위한 연료화 시설(RDF)을 설치하는 등 다양한 자원순환시설의 입주로 지역주민들의 악취민원 발생건수가 지속적으로 증가하는 추세에 있다.

악취원인물질은 유기화합물 약 200만 종 가운데 약 40만 종으로 추정된다. 악취의 원인이 될 수 있는 물질은 그 종류가 대단히 많을 뿐 아니라 악취물질 상호간의 복합적인 작용이나 후각의 개인적인 차이 등으로 까다롭고 해결

[†] Corresponding author, E-mail : bjsong2@korea.kr

Tel : +82-51-327-2953, Fax : 82-51-327-2739

하기 어려운 공해문제 중의 하나이다¹⁾. 악취원인 물질은 기기분석법으로 영향 파악이 어려워 현재까지도 관능법에 의존하여 규제하는 경우가 많다²⁾. 그러나 악취문제에 있어서 관능법에 근거한 판단은 원인물질을 명확히 확인할 수 없는 단점이 있다¹⁾. 악취관리법에 규정된 지정악취물질 22종 분석만으로 악취원인 물질 및 기여도를 정확하게 규명하기에는 한계가 있으나, 관능법 보다는 기기분석에 의한 악취물질 측정은 악취 물질에 대한 분석 및 평가, 악취 저감 대책 수립을 위한 필요한 기초를 제공할 수 있다고 생각된다.

본 연구에서는 2014년 설치되어 가동 중인 하수슬러지 육상처리시설과 생활폐기물 연료화시설·발전시설 그리고 두 설비 사이에 위치한 폐비닐 유화시설에 대한 배출구 및 부지경계에서 지정악취물질 22종 및 복합악취 분석을 통해 조사대상의 주요 악취 물질 성상, 악취지수 및 기여도를 파악하여 악취저감 및 관리를 위한 기초 자료로 활용하고자 한다.

연구 내용 및 방법

조사대상

생활 폐기물을 연료로 사용하여 전기를 생산하는 생활 폐기물연료화 및 발전시설은 생활폐기물을 선별·분류하

는 연료화동과 가연성 폐기물을 연소시켜 전기를 생산하는 발전시설로 구성되어 있으며, 배출구는 두 곳에 각각 설치되어 있다. 연료화동은 악취 제거를 위한 약액세정장치를 가동하고 있고, 발전시설은 연소가스 처리를 위한 시설들이 있다.

폐비닐유화시설은 폐비닐을 고온 분해하여 중유를 만들어 내는 공정으로 폐비닐 저장시설에는 악취 방지시설이 설치되어 있지 않고 유화시설 배출시설에 세정집진시설이 있다.

하수슬러지 육상처리시설은 하수슬러지를 건조하여 발전소의 연료로 공급하는 시설로서 악취 방지를 위해 약액세정, 습식세정, RTO, Bio-Filter 등의 시설을 가동 중이다.

생활폐기물 연료화 및 발전시설은 배출구 2곳(연료화동, 발전시설)과 연료화동 근처 부지경계에서 1곳, 폐비닐유화시설은 배출구 1곳과 부지경계 1곳, 하수슬러지 육상처리시설도 배출구 1곳, 부지경계 1곳에서 시료채취를 하여 분석하였다.

분석방법 및 항목

위의 조사대상에 대하여 7월, 9월, 11월에 시료를 채취하여 지정악취물질 22종과 복합악취를 분석하였으며, 분석항목과 분석방법⁴⁾은 Table 1에 나타났다.

Table 1. Analytical compounds and methods in 22 odor compounds and complex odor compounds

Materials	Analysis Item	Analytical methods
Organic Acids	Propion acid, n-Butyric acid, i-Valeric acid, n-Valeric acid	Headspace-GC
Ammonia	Ammonia	Boric acid absorption - Spectrophotometry
Sulfur Compounds	Hydrogen sulfide, Methyl mercaptan, Dimethylsulfide, Dimethyldisulfide	Electric enrichment (Cold trap)-GC
Aldehyde	Acetaldehyde, Propionaldehyde, Butylaldehyde, i-Valeraldehyde, n-Valeraldehyde	DNPH-HPLC
VOCs	Methylethylketon, i-Butylalcohol, Methylisobutylketon, Toluene, n-Butylacetate, Xylene, Styrene	Cold enrichment-GC
Trimethylamine	Trimethylamine	Headspace - Capillary column - GC
Complex odors	Complex odors	Air Dilution Olfactory Method

이론적 배경

최근 국민들의 생활수준 향상과 쾌적한 환경에 대한 관심의 증대로 악취 민원이 증가하고 있다. 이에 따라 환경부에서는 황화합물, 알데하이드류, 암모니아, 아민류, 그리고 휘발성 유기화합물질(VOCs) 등 22종의 지정악취물질을 규제하고 있다³⁾.

악취물질 강도와 물질농도 사이에는 대수 비례 관계가 있는 것으로 알려져 있으며, 식 (1)로 표현된다. 이를 웨버-페히너(Weber-Fechner) 법칙이라 한다.

$$I = A \cdot \log C + B \quad (1)$$

식 (1)에서 I는 악취강도, C는 개별물질의 물질농도, A는 물질별 상수, B는 상수로 표현된다.

악취강도 0도 ~ 5도의 범위에 해당하는 개별물질의 농도 수준별로 관능법을 실시하여 각 각의 물질농도와 악취강도를 식(1)에 적용하면 물질별 농도와 악취강도의 관계식을 구할 수 있다.

악취물질의 영역에서 Weber-Fechner의 법칙이 연구되고 있고, 많은 악취물질이 농도와 악취 강도의 관계식이 밝혀지고 있다. Table 3에는 1990년 Nagato⁵⁾ 등에 의해 보고된 악취강도와 농도와의 관계식 중에서 지정악취

물질 22종에 대한 관계식을 나타냈다.

연구결과

지정악취물질의 농도 변화

생활폐기물 연료화·발전시설의 배출구 및 부지경계에서 7월에서 11월까지 3회 분석한 지정 악취물질 농도를 Table 4에 나타냈다. 악취방지법에 지정악취물질은 배출구에서는 법적기준이 없고, 부지경계에서 법적 기준이 적용되고 있다.

연료화동 배출구와 부지경계에서 유기산중 4종 가운데 2종이 검출되었으며, Propion acid은 7월에서 9월에 감에 따라 점차 감소하여 11월에는 검출되지 않았고, i-Valeric acid가 7월과 9월에 높게 검출되었으나 12월에는 검출되지 않았다. 암모니아의 경우도 배출구와 부지경계에서 점차 감소하는 경향을 나타냈다. 황화합물은 배출구에서 4종 중 3종, 부지경계에서 11월에 1종이 검출되었다. 알데하이드류는 배출구에서는 5종 중 4종이 검출되었으며 부지경계에서 1종이 검출되었으며, 조사기간 동안 농도변화는 일정한 경향을 나타내지 않았다.

Table 2. Odor Intensity by a direct sensory measurement in Korea

Step	Odor intensity	Symptoms
0	None	People can not feel contain smell with normal sense of smell
1	Threshold	People feel smell but can not distinguish the type of smell
2	Moderate	People feel type of smell
3	Strong	People easily feel strong smell like cresol smell in hospitals
4	Very Strong	People feel very strong smell like conventional rest room
5	Over Strong	People feel extremely strong smell like stopping a breath

Table 3. Relationship between odor intensity and concentration⁵⁾

Materials	Propion acid	n-Butyric acid	i-Valeric acid	n-Valeric acid	Ammonia
Formula)	y=1.38logx+4.60	y=1.29logx+6.37	y=1.09logx+5.65	y=1.58logx+7.29	y=1.67logx+2.38
Materials	Hydrogen sulfide	Methyl mercaptan	Dimethyldisulfide	Acetaldehyde	Propionaldehyde
Formula	y=0.95logx+4.14	y=1.25logx+5.99	y=0.985logx+4.51	y=1.01logx+3.85	y=1.01logx+3.86
Materials	Butylaldehyde	i-Valeraldehyde	n-Valeraldehyde	Methyethyketon	i-Butylalcohol
Formula	y=0.95logx+4.14	y=1.25logx+5.99	y=1.36logx+5.28	y=1.85logx+0.149	y=0.79logx+2.53
Materials	Methylisobutylketon	Toluene	n-Butylacetate	Xylene	Stylene
Formula	y=1.65logx+2.27	y=1.40logx+1.05	y=1.14logx+2.34	y=1.53logx+2.44	y=1.42logx+3.10

¹⁾y=odor intensity, x=concentration

발전시설 배출구 경우에는 유기산인 i-Valeric acid, 알데하이드류가 4종, 휘발성 유기물 6종, 암모니아가 검출되었으며, 암모니아는 7월에서 11월로 감에 따라 감소하는 추세를 보였으나, 나머지 물질들은 큰 변화가 없었다.

Table 4. Variations of 22 odor compounds concentration in a outlet and boundary of Refuse Drived Fuel plant (RDF)

(unit : ppb)

Materials	RDF Production Facilities						Outlet of Power production plant		
	outlet			site boundaries			Jul.	Sept.	Nov.
	Jul.	Sept.	Nov.	Jul.	Sept.	Nov.			
Propion acid	6182.2	244.6	0	649.8	142.4	0	0	0	0
i-Valeric acid	236.4	349.6	0	20.8	46.6	0	177.4	281.1	246.3
Ammonia	400	330.3	132.9	400	295.4	259.1	500	345.6	192.8
Hydrogen sulfide	0	0	10	0	0	0	0	0	0
Methyl mercaptan	4	4	0	0	0	0	0	0	0
Dimethyl disulfide	14	10	3	0	0	3	0	0	0
Acetaldehyde	354.8	685.9	379.2	12.4	14.8	20.0	30.7	35.3	33.0
Propionaldehyde	15.2	16.7	13.9	0	0	0.4	1.4	0	0.2
Butylaldehyde	8.4	13.9	30.7	0	0	0	2.09	0	0
n-Valeraldehyde	8.8	64.7	14.8	0	0	0	11.3	30.4	7.6
Methyethyketon	1577.0	—	262.9	0.60	—	0	7.9	—	76.7
i-butylalcohol	408.6	—	87.1	3.2	—	0	6.4	—	26.1
Methylisobutylketon	7.0	—	0	0.0	—	0	0	—	0
Toluene	636.4	—	114.4	1.1	—	4.3	117.1	—	92.0
n-butylacetate	20.7	—	0	0.3	—	0.9	0.3	—	1.1
Xylene	82.1	—	1.3	0.2	—	0.6	1.3	—	4.7
Stylene	0	—	191.7	0	—	0	13.3	—	1034.9

Table 5. Variations of 22 offensive odor compounds concentration in a outlet and boundary of Vinyl waste cracking refinery oil production plant and Sewage sludge drying plant (unit : ppb)

Materials	Vinyl waste cracking refinery oil production plant						Sewage sludge drying plant					
	outlet			Site boundary			outlet			Site boundary		
	Jul.	Sept.	Nov.	Jul.	Sept.	Nov.	Jul.	Sept.	Nov.	Jul.	Sept.	Nov.
Propion acid	0	0	0	26.1	0	0	0	0	0	111.7	0	0
n-Butyric acid	0	0	0	21.4	0	0	0	0	0	45.7	0	0
i-Valeric acid	419.6	357.9	0	25.2	36.5	0	238.8	363.6	143.2	40.2	34.9	0
n-Valeric acid	0	0	0	20.8	0	0	0	0	0	31.7	0	0
Ammonia	490.3	391.5	155.9	1299.4	825.5	125.3	12927.0	6184.0	171.3	789.0	817.5	105.3
Hydrogen sulfide	20	20	0	0	0	0	20	10	120	0	0	0
Acetaldehyde	564.0	595.4	69.3	9.9	0	16.3	858.8	1154.6	214.5	6.6	47.5	11.6
Propionaldehyde	91.0	60.6	3.0	0.4	0	0	38.4	42.7	11.7	0	0	0
Butylaldehyde	31.6	0	6.5	0	0	3.4	124.1	189.6	60.8	0	0	0
i-Valeraldehyde	0	0	0	0	0	0	93.0	82.6	83.4	0	0	0
n-Valeraldehyde	0	0	0	0	0	0	7.0	0	0	0	0	0
Methyethyketon	25.4	72.2	3.9	0	3.0	0	7.4	—	10.4	1.3	—	0
i-butylalcohol	24.8	35	4.2	4.6	0	0	16.0	—	0	2.1	—	0
Methylisobutylketon	1.4	0	0	0	0	0	1.3	—	0	0.5	—	0
Toluene	151.1	101.3	17	0.7	0	0.8	96.6	—	30.4	7.5	—	0
n-butylacetate	1.4	21.0	0.4	1.2	0	0	20.	—	0	1.4	—	0
Xylene	5.3	13.4	0.2	0	0	0	26.9	—	1.3	1.6	—	0
Stylene	6.4	21.6	3.0	6.6	0.9	0	0.3	—	20.4	0	—	0

지정악취물질의 악취강도 변화

Table 4와 5의 배출구 및 부지경계에서 측정된 지정 악취물질 농도를 Table 3의 악취강도와 농도 관계식을 이용하여 검출농도를 악취지수로 바꾸어 Table 6과 Table 7에 나타냈다. 이 관계식은 단일물질의 관계로 복합악취에 대해서는 단순한 관계식으로 표현되지 않는 것으로 보고되고 있다⁵⁾.

계산에 의한 값이 조사대상에서 악취지수 1(최소감지농도) 이하로 검출된 물질은 Table에 나타내지 않았으며, 악취지수가 1이하는 0으로 나타내었다.

Table 6을 보면 생활 폐기물 연료화 시설의 연료화동 배출구는 7월과 9월에는 Propion acid과 i-Valeric acid가 상당히 높은 수준의 악취 강도를 나타낼 정도로 검출되었으나, 11월에는 검출되지 않았다. 알데하이드류, 휘발성 유기물질 및 황화합물은 조사기간 동안 비슷한 수준의 악취강도를 나타냈으며, 총 악취지수는 점차 감소하는 경향을 나타냈다.

발전시설의 배출구에서는 i-Valeric acid 및 알데하이드류가 조사기간 동안 거의 일정한 악취 강도를 나타냈으며 황화합물은 검출되지 않았다. 총 악취지수는 거의 일정한 값을 나타냈다.

생활폐기물 연료화·발전시설의 부지경계 분석시료는 연료화동 근처에서 채취하여 연료화동 배출구와 비슷하게 7월과 9월에 Propion acid와 i-Valeric acid가 검출되고 11월에는 검출되지 않았다.

Table 7를 보면 폐비닐 유화시설 배출구는 i-Valeric acid가 7월과 9월에는 같은 악취지수를 나타냈으나, 기온이 낮아지는 11월에는 검출되지 않았으며, 알데하이드류의 악취지수도 감소하여 총 악취지수도 감소하였다.

폐비닐 유화시설의 부지경계에서는 배출구에서 검출되지 않는 n-Butyric acid와 n-Valeric acid가 7월에 검출되었으며 농도 및 악취지수가 상당히 높게 나타났다. 9월에는 i-Valeric acid 만 배출구와 거의 비슷한 수준으로 부지경계에서 검출되었고, 11월에는 검출되지 않았

Table 6. Variations of odor intensity in a outlet and boundary of refuse drived fuel (RDF) plant

Materials	RDF Production plant						Outlet of Power production plant		
	Outlet			Site boundary			Jul.	Sept.	Nov.
	Jul.	Sept.	Nov.	Jul.	Sept.	Nov.			
Propion acid	5.7	3.8	0	4.3	3.4	0	0	0	0
i-Valeric acid	5.0	5.2	0	3.8	4.2	0	4.8	5.0	5.0
Ammonia	1.7	1.6	0	1.7	1.5	1.4	1.9	1.6	1.2
Hydrogen sulfide	0	0	2.2	0	0	0	0	0	0
Methyl mercaptan	3.0	3.0	0	0	0	0	0	0	0
Dimethyl disulfide	2.5	2.4	1.8	0	0	0	0	0	0
Acetaldehyde	3.4	3.7	3.4	1.9	2.0	2.1	2.3	2.4	2.4
Propionaldehyde	2.0	2.1	2.0	0	0	0	1.0	0	0
Butylaldehyde	2.5	2.7	3.1	0	0	0	1.8	0	0
n-Valeraldehyde	2.5	3.7	2.8	0	0	0	2.6	3.2	2.4
i-butylalcohol	2.2	-	1.7	0	-	0	0	-	1.3
Stylene	0	-	2.1	0	-	0	0	-	3.1
Totals	30.5	28.2	19.1	11.7	11.1	3.5	14.4	12.2	15.4
Complex odors	300	300	249	20	14	10	120	208	66

Table 7. Variations of odor intensity in a outlet and boundary of in a outlet and boundary of Vinyl waste cracking refinery oil production plant and sewage sludge drying plant

Materials	Vinyl waste cracking refinery oil production plant						Sewage sludge drying plant					
	Outlet			Site boundary			Outlet			Site boundary		
	Jul.	Sept.	Nov.	Jul.	Sept.	Nov.	Jul.	Sept.	Nov.	Jul.	Sept.	Nov.
Propion acid	0	0	0	2.4	0	0	0	0	0	3.3	0	0
n-Butyric acid	0	0	0	4.2	0	0	0	0	0	4.6	0	0
i-Valeric acid	5.2	5.2	0	3.9	5.2	0	5.0	5.2	4.7	4.1	5.2	0
n-Valeric acid	0	0	0	4.6	0	0	0	0	0	4.9	0	0
Ammonia	1.9	1.7	1.0	2.6	2.2	0	4.2	3.7	1.1	2.2	2.2	0
Hydrogen sulfide	2.5	2.5	0	0	0	0	2.5	2.2	3.3	0	0	0
Acetaldehyde	3.6	3.6	2.7	1.8	0	2.0	3.8	3.9	3.2	1.6	2.5	1.9
Propionaldehyde	2.9	2.6	1.3	0	0	0	2.4	2.5	1.9	0	0	0
Butylaldehyde	3.1	3.1	2.4	0	0	2.1	3.7	3.9	3.4	0	0	0
i-Valeraldehyde	0	0	0	0	0	0	4.6	4.5	4.6	0	0	0
n-Valeraldehyde	2.4	0	0	0	0	0	2.3	0	0	0	0	0
i-butylalcohol	1.3	0	0	0	0	0	1.1	-	0	0	-	0
Totals	22.9	18.7	7.4	19.5	7.4	4.1	29.6	25.9	22.2	20.7	9.9	1.9
Complex odors	144	300	177	20	14	6	300	173	144	20	14	10

다.

하수슬러지 육상 처리시설의 배출구는 i-Valeric acid와 알데하이드류가 11월에 약간 감소하는 경향을 나타냈으며, 암모니아의 악취지수가 총 악취 지수도 감소하였다. 배출구에서 시료 채취시간에 따른 악취 지수를 나타낸

Fig. 1과 복합악취를 나타낸 Fig. 2를 보면 지정악취물질에 의한 악취지수와 복합악취는 감소하는 경향을 나타냈고, 그 원인은 유기산과 암모니아의 악취지수가 감소되었기 때문으로 생각된다.

조사대상의 부지 경계에서 악취지수 및 복합악취도 감

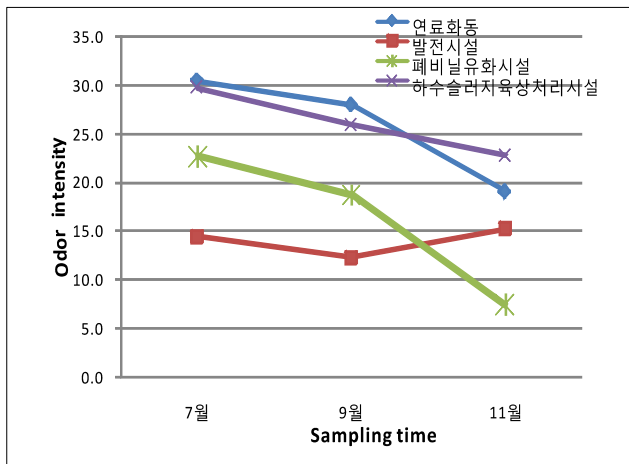


Fig. 1. Variations of odor intensity in outlets.

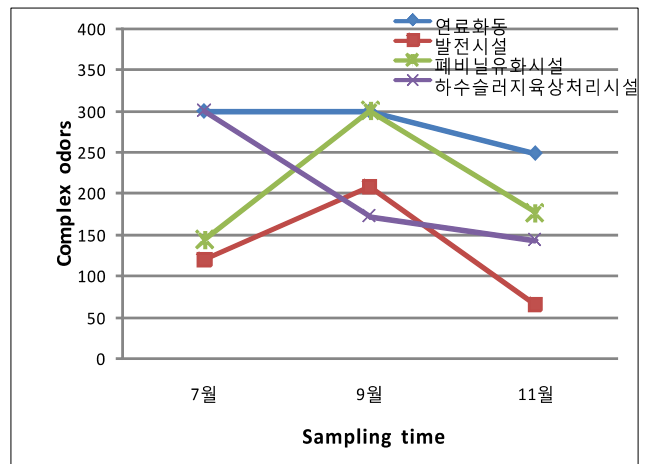


Fig. 2. The variations of complex odor in outlets.

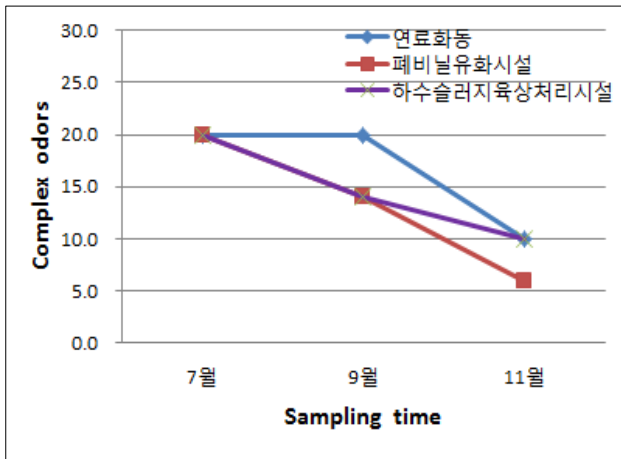


Fig. 3. Variations of odor intensity in site boundaries.

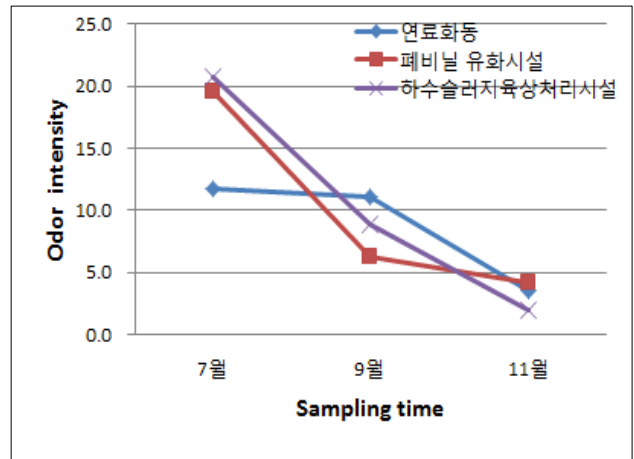


Fig. 4. The variations of complex odor in site boundaries.

소하는 경향을 나타냈는데 악취지수 및 복합악취 감소 원인은 유기산과 암모니아의 농도 감소가 주원인으로 생각된다. 알데하이드류는 일정한 패턴을 나타내지 않았다.

지정악취물질의 악취기여도 변화

각 지점의 지정악취물질의 악취기여도를 알아보기 위해 Table 6과 7의 악취지수를 이용하여 Table 8과 9과 Fig. 5와 Fig. 6에 배출구와 부지경계에서 악취물질의 각 그룹이 악취에 미치는 기여도를 나타냈다.

연료화동 배출구에서 지정 악취물질의 악취기여도를 보면 7월과 9월은 유기산과 알데하이드의 악취기여도가 가장 높게 나타났으며, 11월에는 유기산과 암모니아가 검출

되지 않아서 알데하이드류의 악취기여도가 가장 높아졌다.

부지경계에서는 7월과 9월에 유기산의 기여도가 가장 높았으며, 11월에는 휘발성 유기물의 기여도가 가장 높았다. 발전시설 배출구의 악취기여도는 조사기간 동안 큰 변화가 없었다.

페비닐 유화시설의 배출구에서 악취기여도는 7월과 9월에는 알데하이드가 가장 높고 유기산이 다음으로 나타났으며, 11월에는 유기산과 황산화물이 검출되지 않아서 상대적으로 알데하이드와 암모니아의 기여도가 높아졌다. 부지 경계에서는 7월과 9월에 유기산의 악취기여도가 가장 높았으나, 11월에는 알데하이드가 악취 유발물질이었다.

Table 8. Odor contribution ratio of 22 odor compounds in a outlet and boundary of RDF plant

(unit : %)

Materials	RDF Production plant						Outlet of Power production plant		
	Outlet			Site boundary					
	Jul.	Sept.	Nov.	Jul.	Sept.	Nov.	Jul.	Sept.	Nov.
Organic Acids	35.0	32.0	0	69.0	68.5	0	33.3	41.2	32.6
Ammonia	5.7	5.7	0	14.6	13.5	0	13.0	13.1	7.7
Sulfur Compounds	18.0	19.1	21.2	0	0	39.6	0	0	0
Aldehyde	34.0	43.2	59.0	16.4	18.0	0	53.7	45.7	31.0
VOCs	7.3	-	19.8	0	0	60.4	0	-	28.7

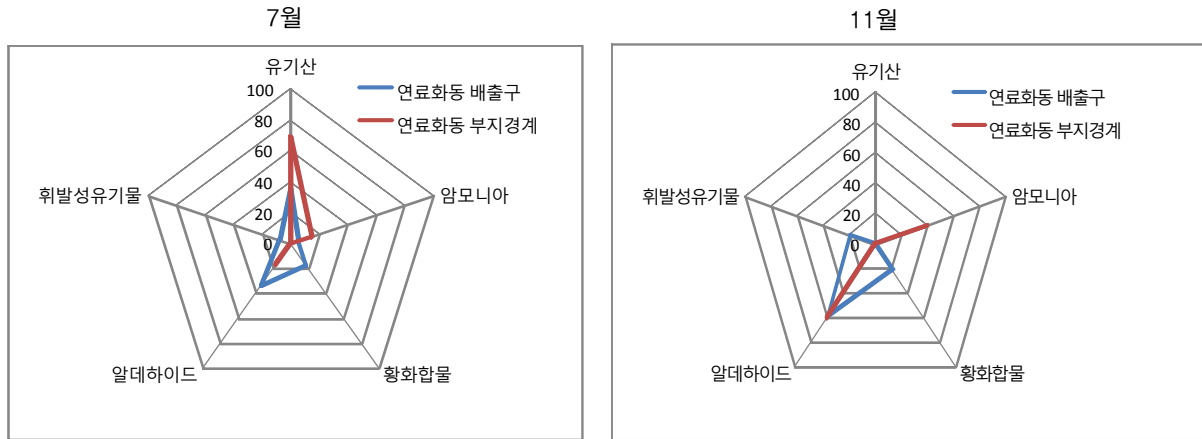


Fig. 5. Variations of odor intensity in outlet and boundary of RDF production plant.

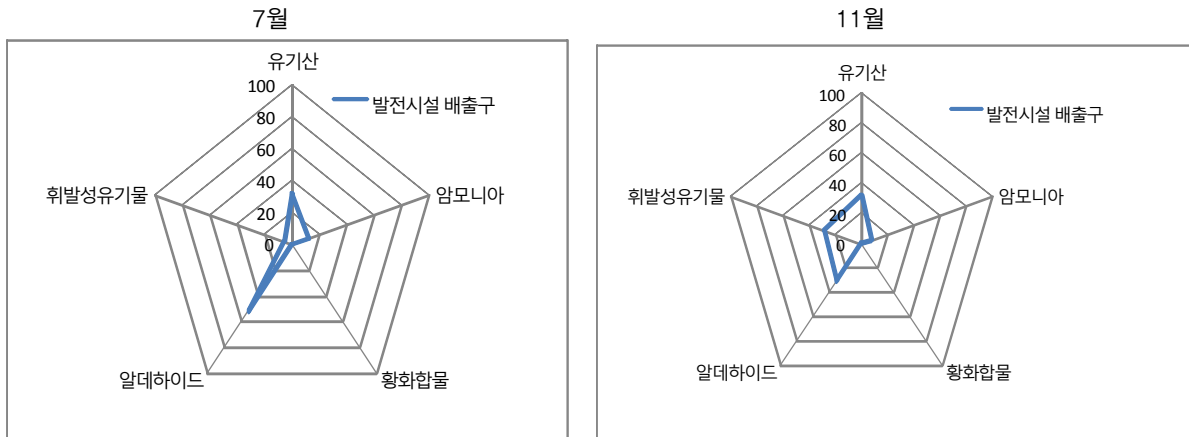


Fig. 6. Variations of odor contribution ratio in a outlet of power production plant.

Table 9. The variations of odor contribution ratio in a outlet and boundary of Vinyl waste cracking refinery oil production plant and sewage sludge drying plant (unit : %)

Materials	Vinyl waste cracking refinery oil production plant						Sewage sludge drying plant					
	Outlet			Site boundary			Outlet			Site boundary		
	Jul.	Sept.	Nov.	Jul.	Sept.	Nov.	Jul.	Sept.	Nov.	Jul.	Sept.	Nov.
Organic Acids	23.1	27.6	0	77.4	64.7	0	16.7	20.0	20.8	81.5	46.4	0
Ammonia	8.2	9.1	14.0	13.2	35.3	0	14.3	14.3	4.8	10.6	25.2	0
Sulfur Compounds	11.1	13.5	0	0	0	0	8.5	8.6	14.3	0	0	0
Aldehyde	52.1	49.8	86.0	9.4	0	100	56.7	57.1	57.0	7.9	28.4	100
VOCs	5.5	0	0	0	0	0	3.8	-	3.1	0	0	0

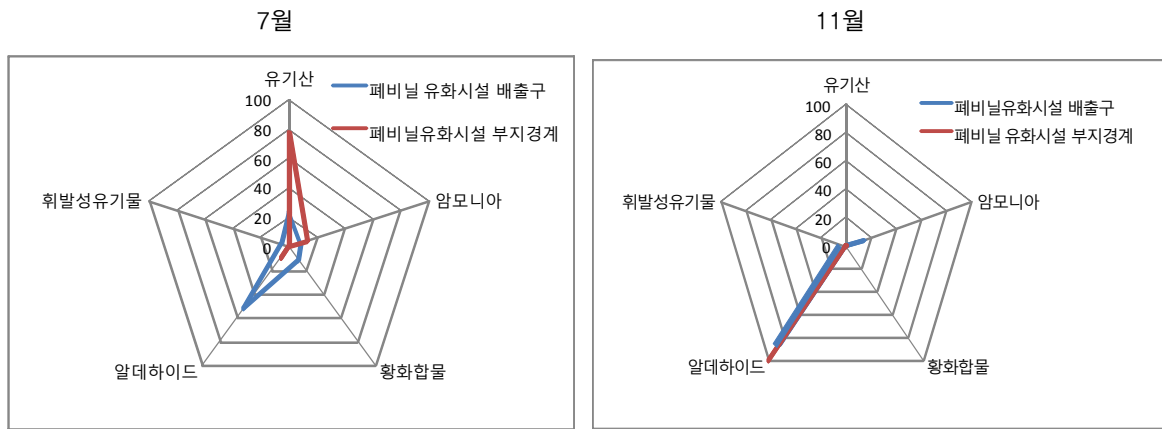


Fig. 7. Variations of odor contribution ratio in a outlet and boundary of Vinyl waste cracking refinery oil production plant.

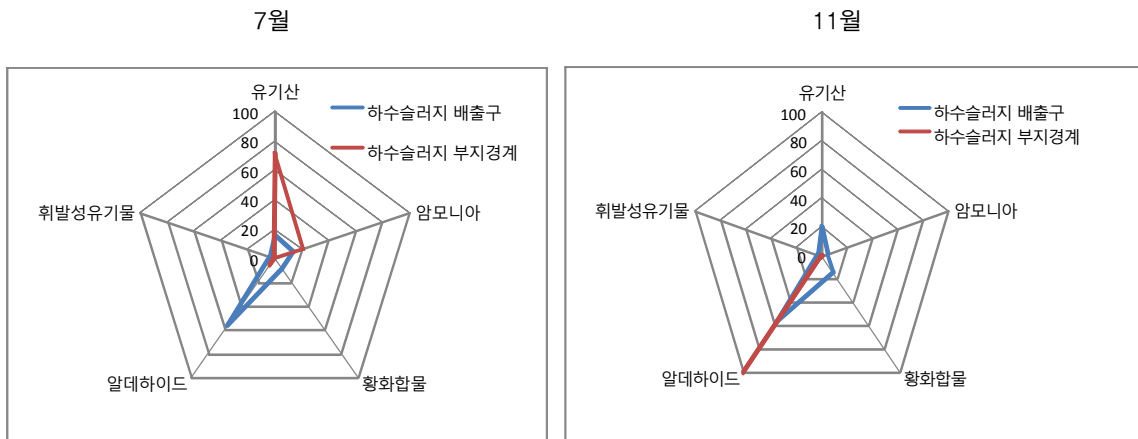


Fig. 8. Variations of odor contribution ratio in a outlet and boundary of sewage sludge drying plant.

하수 슬러지 육상처리시설 배출구의 악취기여도를 보면 알데히드가 가장 높게 나타났으며, 유기산 암모니아, 황화물 순이었다. 암모니아는 7월과 9월에 비해 11월에 악취기여도가 낮아졌으나, 나머지 물질들은 큰 변화가 없었다. 부지경계에서 악취기여도는 페비닐 유화시설과 거의 비슷하게 7월과 9월 유기산과 암모니아의 악취기여도 높았으며, 11월에는 알데히드가 악취 유발물질이었다.

결론

1. 조사대상의 배출구에서 지정 악취물질의 기여도는 알데히드류가 가장 높고 그 다음이 유기산이었다. 페비닐 유화시설과 연료화동은 기온이 높은 7월과 9월에 배출구에서 유기산이 검출되었으나 11월에는 검출되

지 않았다. 하수슬러지 육상 처리시설과 발전시설의 배출구는 조사기간 동안 상대적으로 악취물질의 성상 변화가 적었다.

2. 조사 대상의 부지경계에서는 악취물질의 기여도가 7월과 9월에는 유기산이 가장 높고 그 다음이 암모니아 또는 알데히드류였다. 기온이 낮아진 11월에 유기산과 암모니아 농도가 낮아지면서 알데히드류의 악취기여도가 가장 높았다.
3. 부지 경계의 악취기여도 및 성상이 배출구와 달라 원료 저장시설이나 공정에서 배출되는 공간 악취의 영향이 더 큰 것으로 생각된다. 그 영향은 기온이 높은 하절기에 더 크게 나타났다.
4. 조사기간 중 기온이 낮아짐에 따라 악취지수와 복합악취가 감소하였으며, 그 주요 원인은 유기산과 암모니아였다.
5. 유기산과 암모니아는 주로 유기물의 미생물 분해과정

에서 발생하는 악취물질로 악취 개선을 위해 유기산의 발생 및 저감이 필요하다.

6. 하절기에 높게 발생하는 악취를 저감하기 위해 공정 및 원료 저장 시설 밀폐, 유기산 저감을 위한 추가 시설, 기존 공정 최적화 등이 필요한 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Mao, I. F., Tsai, C.J., Shen, S. H., Lin, T. F., Chen, W.K, and Chen, M. L., "Critical components of odors in evaluating the performance of food waste composting plants", *Science of the Total Environment*, (2006).
2. Yang, S. B. and Kim, S. M., "A Comparative Study for Odor Control Regulations", *J. KOSAE*, 16(1), pp.79~89(2000).
3. 환경부, "악취방지법", (2004).
4. 환경부, "악취공정시험기준", (2014).
5. Nagato, Y. and Takeuchi, N., "Measurement of odor threshold by triangle odor bag method", *Bulletin of Japan Environmental Sanitation Center*, 17, pp.77~89(1990).

1. Mao, I. F., Tsai, C.J., Shen, S. H., Lin, T. F., Chen, W.K, and Chen, M. L., "Critical components of odors in evaluating the performance of food waste